

GLASILO BILJNE ZAŠTITE

GODINA XXI

STUDENI - PROSINAC

BROJ 6

Valentina ŠOŠTARČIĆ¹, Tina RAKONIĆ², Zvonimir OSTOJIĆ¹, Maja ŠČEPANOVIĆ¹

¹ Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju

² student Ms studija Fitomedicine, Sveučilišta u Zagrebu, Agronomskog fakulteta

vsostarcic@agr.hr

BIOLOGIJA, EKOLOGIJA I SUZBIJANJE KOROVNE VRSTE DIVLJA ZOB (*Avena fatua* L.)

SAŽETAK

Divlja zob (*Avena fatua* L.) jednogodišnja je monokotiledona biljna vrsta i jedan od deset najnapasnijih korova umjerenih poljoprivrednih regija. Preferira umjerenu i hladnu klimu te teška glinena tla. Zakorovljuje strne žitarice te, ovisno o vremenu nicanja i brojnosti, može uzrokovati smanjenje prinosa za više od 70 %. Minimalna temperatura za nicanje iznosi 0,4 do 2,0 °C, što joj omogućuje nicanje u hladnim mjesecima. U povoljnim uvjetima može proizvesti i preko 6000 sjemenaka po biljci. Dormantnost sjemena u tlu može biti i do devet godina, no četiri do pet godina nakon dozrijevanja svojstvo dormantnosti najčešće se gubi. Sjeme divlje zobi posjeduje dva tipa dormantnosti, endogenu, uzrokovanu dormantnošću embrija i egzogenu, uzrokovanu nepropusnošću dijelova pšena. Osim izravnog utjecaja na prinos, divlja zob luči alelopatске spojeve koji inhibiraju rast drugih biljaka, a njihova razina u tlu varira ovisno o zrelosti biljke. Domaćin je brojnim štetnim kukcima, poput lisnih ušiju koje prenose virus žute kržljivosti ječma (BYDV). Prije pojave divlje zobi treba primjenjivati preventivne mjere, a u usjevu koristiti registrirane herbicidne pripravke različita mehanizma djelovanja.

Ključne riječi: biologija, dormantnost, divlja zob, morfologija, strne žitarice

UVOD

Divlja zob (*Avena fatua* L.) jednogodišnja je monokotiledona korovna vrsta iz porodice trava (Poaceae). Korov je ozimih i jarih strnih žitarica, ali se pojavljuje i u drugim usjevima. Taksonomska pripadnost ove vrste nije jedinstvena u svijetu. Postoje mnoge podvrste, varijeteti, forme i ekotipovi nastali pod utjecajem različitih edafskih i klimatskih čimbenika (Vrbničanin, 2017.). Unutar

roda zobi (*Avena*) postoji 40 vrsta i hibrida (Thomas i Jones, 1976.) podijeljenih u tri skupine: kultivirane biljke (*A. sativa* L., *A. strigosa* Schreb., *A. byzantina* K. Koch, *A. nuda* L.), korovne vrste (*A. fatua*, *A. sterilis* L., *A. sterilis* ssp. *ludoviciana* [Dur.] Nym., *A. barbata* Pott ex Link, *A. macrocarpa* Moench) i prave divlje vrste tj. jedinke koje su brojnije na pojedinim staništima, ali na obradivim površinama nisu značajne kao korovne vrste (*A. hirtula* Lag., *A. wiestii* Steud., *A. canariensis* B. R. Baum, Rajhathy & D. R. Sampson, *A. murohyi* Ladizinsky) (Vrbničanin, 2017.; Lozanovski i sur., 1980.). Schlosser i Farakaš-Vukotinović (1869.) u čuvenoj knjizi Flora Croatica za rod zobi navode 13 vrsta, među kojima i vrstu divlja zob. Domac (1994.) u Flori Hrvatske navodi se šest vrsta iz roda *Avena*: *A. convoluta* Presl., *A. pubescens* Huds., *A. barbata*, *A. sativa* L., *A. fatua* i *A. sterilis*.

Prema Nikoliću (2020.) danas je u Republici Hrvatskoj prisutno šest vrsta iz roda zobi *A. barbata*, *A. fatua*, *A. nuda*, *A. sativa*, *A. sterilis*, *A. sterilis* ssp. *ludoviciana* [= *A. ludoviciana*], *A. strigosa*. U našoj su zemlji kao korovne vrste značajne divlja zob i *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*. Obje vrste potječu iz Azije, odakle su rasprostranjene zajedno sa širenjem i udomaćivanjem strnih žitarica tijekom ranog željeznog doba (Holm i sur., 1991.; Thurston i Phillipson, 1976.). Čturić i Krnjić (1981.) navode da je divlja zob zabilježena na prostoru bivše Jugoslavije 1878. Razvojem intenzivne poljoprivrede i širokom primjenom tada novootkrivenih hormonskih herbicida namijenjenih suzbijanju širokolisnih korova (2,4 D, MCPA i dr.), 70-tih godina prošloga stoljeća, divlja zob postaje značajan korov strnih žitarica (Shala, 1988.; Spasić, 1978.). Masovna pojava divlje zobi i posljedice njezinih izravnih i neizravnih šteta prouzročile su znatne ekonomske i sociološke posljedice. Primjerice, u Grčkoj dolazi do smanjenja proizvodnje pšenice te migracije stanovništva iz sela u grad (Spasić, 1980.). Velika Britanija donosi državnu strategiju borbe protiv divlje zobi edukacijom i besplatnom opskrbom herbicidima (avenicidi) (Jones, 1976.). Široka rasprostranjenost ove vrste tijekom 60-tih i 70-tih godina prošlog stoljeća potaknula je znanstvenike i stručnjake iz područja zaštite bilja ka detaljnijim istraživanjima i pronalaženju učinkovitog načina suzbijanja. O važnosti divlje zobi i načinima širenja na području bivše države govori i održan skup Jugoslavenskog društva za proučavanje i suzbijanje korova 1979., u potpunosti posvećen problematici suzbijanja divlje zobi (Anonymus, 1979.). U vrijeme Jugoslavije, divlja je zob bila rasprostranjena u Srbiji i Crnoj Gori te Bosni i Hercegovini uz granicu s Hrvatskom (Čturić, 1972.). Međutim, u Republici Hrvatskoj divlja zob nije bila značajno proširena. Analizom poljskih pokusa u strnim žitaricama (1985. – 2000.) Instituta za zaštitu bilja u Zagrebu utvrđena je prisutnost divlje zobi tek na četiri, a *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* na pet od 232 istraživane lokacije (Lojen, 2003). Pregledom popisa lokacija na kojima su utvrđene vrste iz roda zobi, zabilježeno je da je najveći broj jedinaka zabilježen na području Istarske županije, u gradovima Poreč, Novigrad, Kolobera i Višnjan.

Pretpostavlja se da se radi o populacijama *Avena sterilis subsp. ludoviciana* koja je karakteristična za dio Istre, za razliku od divlje zobi koja je proširena na kontinentalnom području Hrvatske (Ostojić, 1978.). Na području Hrvatske divlju zob Ostojić prvi put zamjećuje potkraj 80-tih u blizini Nove Gradiške (Vrbova), gdje je vjerojatno prenesena kombajnima iz Slavonije, nakon žetve na Glamočkom polju u susjednoj Bosni i Hercegovini (usmena predaja). Djelatnici Zavoda za herbologiju primjećuju vrstu divlja zob u strnim žitaricama na području Velike Gorice (usmena predaja), a za ostale dijelove Hrvatske ne postoje spoznaje o prisutnosti ove vrste u usjevima.

Divlja zob prisutna je u 20 usjeva i 55 država svijeta te se smatra jednom od najproblematičnijih korova (Holm i sur., 1991.). Posljedica toga je značajan gubitak prinosa koji ova korovna vrsta uzrokuje kompeticijom i alelopatskim svojstvima. Nadalje, divlja zob relativno brzo razvija rezistentne biotipove na uzastopno korištenje selektivnih herbicida, zbog čega se smatra i jednim od tri najopasnija korova u svijetu koji su razvili rezistentnost na herbicide (Heap, 2021.).

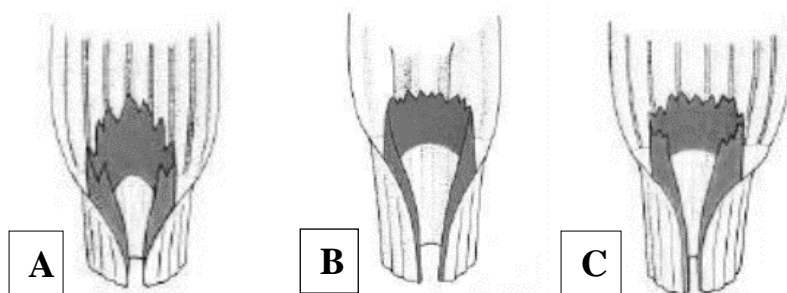
Kompeticijska sposobnost te vrste ovisi, prije svega, o brojnosti populacije, kompeticijskim svojstvima kultivirane vrste, roku sjetve i sjetvenoj normi. Tako prinos pšenice može biti smanjen za 14 do 60 % uz prisutnost 8 do 100 jedinaka/m² (Wimschneider i sur., 1990.; Walia i sur., 2001.). Prinos ječma može biti smanjen za 25 do 80 %, kada je prisutno 70 jedinaka/m² (Scursion i Satorre, 2005.; Watson i sur., 2006.). Neki autori navode i smanjenje prinosa kukuruza od 14 do 25 % (Castillo i Ahrens, 1986.), uljane repice i graška za oko 30 % (Dew i Keyes, 1976.; Adamczewski i sur., 2013.) te šećerne repe za čak 90 % (Adamczewski i sur., 2013.). U Hrvatskoj divlja zob nije prisutna u okopavinama, već isključivo u strnim žitaricama. Osim kompeticijom, divlja zob odlikuje se i sposobnošću da uspori i/ili inhibira rast drugih vrsta alelokemikalijama. Schumacher i sur. (1983.) utvrđuju prisutnost vanilične kiseline i skopoletina kao dominantnih fitotoksičnih komponenata u eskudatu korijena divlje zobi. Prisutnost tih fenola utjecala je na smanjenje nadzemne mase jare pšenice za 7, 19 i 26 % kada je divlja zob bila u stadiju razvoja dva, tri i četiri lista. Podzemna masa jare pšenice smanjenja je za 34 % kada je divlja zob bila u stadiju razvoja četiri lista. Raniji razvojni stadiji ove vrste (jedan, dva i tri lista) nisu utjecali na smanjenje podzemne mase jare pšenice. Inhibitorni učinak na rast klijanaca pšenice utvrđuju Pérez i Núñez (1991.) izdvajanjem hidrobenzoične kiseline, kumarina i vanilične kiseline iz korijena ove vrste. Osim u korijenu i nadzemnoj masi divlje zobi, utvrđeni su fenoli (siringična kiselina, siringocid, triclin, acacetin i diosmetin) koji su reducirali klijanje i nicanje pšenice za 50 % (Liu i sur., 2016.) Osim izravnih šteta, brojne su neizravne štete koje uzrokuje ova korovna vrsta. Divlja zob domaćin je brojnim kukcima, poput: *Phytomyza nigra* Meigen., *Hybolasioptera cerealis* Lindeman., *Macrosiphum fragariae* Walker, zobene lisne uši (*Sitobion avenae* Fabricius.),

švedske mušice (*Oscinella frit* L.) Također privlači nematode, kao što su zobena cistolika nematoda (*Heterodera avenae* Woll.), *Anguina funesta* Fisher & Kerr., koja je vektor patogene bakterije *Clavibacter spp.* i gljive *Dilophosphora alopecuri* Fr. Od gljiva nastanjuje ju i ražena glavica (*Claviceps purpurea* Fr. [Taul.]), uzročnik narančaste hrđe (*Puccinia coronata* Corda.), uzročnik crne žitne hrđe (*Puccinia graminis* Pers.), uzročnik prašne snijeti (*Ustilago avenae* Pers. [Rostr.]) i druge. Divlja zob domaćin je lisnim ušima koje su vektori virusa žute kržljivosti ječma (BYDV) (Beckie i sur., 2012.).

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA

Stabljika divlje zobi naziva se vlat. Uspravna je, glatka, s linearno raspoređenim listovima, i visine od 25 do 120 cm. Listovi su joj tamnozeleni, usko linearni, dugi do 40 cm (Holm i sur., 1991.). Prema Rooney (1990.) ovu vrstu karakterizira i uspravan i polegnut rast, pri čemu polegnut rast smanjuje prinos zrna ozime pšenice više od uspravnoga.

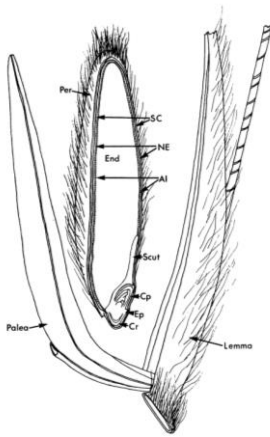
Za razlikovanje divlje zobi u pojedinim stadijima razvoja od drugih vrsta iz porodice trava koje zakorovljuju ozime strne žitarice potrebno je poznavati morfološke značajke. U stadiju razvoja dva do četiri razvijena lista pa do busanja, divlja je zob specifična po uvijenu vrhu lista suprotno od kazaljke na satu (Viggiani i Angelini, 1990.). Jezičac je membranozni, nepravilno nazubljen i dug 1 do 6 mm. Uške su odsutne. Rukavac je dug 20 do 25 mm, otvoren, gladak i blago dlakav, osobito u mlađih biljaka. Otvoren, gladak rukavac, odsutne uške i visok jezičac također imaju jednogodišnja slakoperka (*Apera spica-venti* [L.] P. Beauv.) i mišji repak (*Alopecurus myosuroides* Huds.), pa ih se može i zamijeniti. Divlja zob i jednogodišnja slakoperka imaju ušiljen i zupčast vrh jezičca, ali kod slakoperke jezičac nije cjelovit već razdijeljen. Mišji repak ima pilast rub jezičca (slika 1) (Viggiani i Angelini, 1990.).



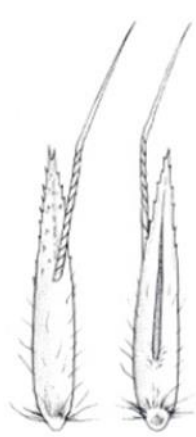
Slika 1. Izgled rukavca kod A) divlje zobi (*Avena fatua*), B) jednogodišnje slakoperke (*Apera spica-venti*), C) mišjeg repka (*Alopecurus myosuroides*) (Viggiani i Angelini, 1990.)

Cvat je rastresita otvorena metlica i u usporedbi s pšenicom, ječmom i raži pokazuje veći stupanj grananja. Klasići sadržavaju dva do tri cvijeta. Pljevice su duže od cvijeta, ušiljene, duljine 20 do 25 mm. Osnova klasića, kao i donji dio pljevice obrasli su dugim bijelim ili žutim dlačicama. Pljevica ima koljenasto savijeno osje dugo do 4 cm (Kojić i Janjić, 1994.) (slika 2).

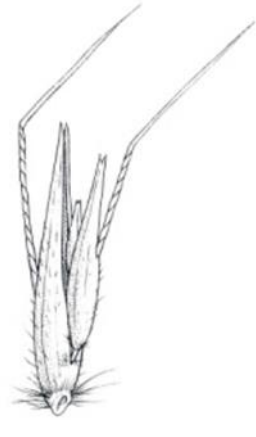
Plod je pšeno obavijeno uzdužno rebrastim pljevicama koje su hrapave, bijele boje, a donji dio može biti crn (Vrbničanin, 2017.). Moss (2015.) navodi razlike između vrsta divlja zob i *Avena sterilis subsp. ludoviciana*. Objе vrste imaju osje na prvom i drugom zrnju u klasu, ali za razliku od *Avena sterilis subsp. ludoviciana*, divlja zob ima prisutno osje i na trećem pšenu (slika 4). Također, kod divlje zobi pšena su pojedinačno pričvršćena u klasu, a u vrste *Avena sterilis subsp. ludoviciana* po dva, tri pšena u klasiću pričvršćena su zajedno (slika 3).



Slika 2. Dijelovi pšena divlje zobi (*Avena fatua*)
(Izvor: Morrison i Dushnicky, 1982.)



Slika 3. Pšeno divlje zobi (*Avena fatua*)
(Izvor: Moss, 2015.)



Slika 4. Pšeno *Avena sterilis subsp. ludoviciana*
(Izvor: Moss, 2015.)

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA

Divlja je zob po životnom obliku terofit, što znači da nepovoljno razdoblje godine preživljava u obliku sjemenke. Prema načinu obavljanja fotosinteze, kao i sve strne žitarice, pripada C3 skupini, pa u odnosu na C4 biljke slabije obavlja fotosintezu i smanjuje fotorespiraciju. Razmnožavanje se odvija isključivo generativno, putem sjemena. Vegetativno širenje nije karakteristično za ovu jednogodišnju vrstu, ipak zamijećena je sposobnost vegetativne regeneracije iz oštećenih dijelova (Kirk i Pavlychenko, 1932.). Vegetativna regeneracija moguća je iz oštećenih nodija smještenih uz tlo, točnije iz čvora busanja, što je karakteristika i vrsta iz porodice trava.

Širenje sjemena divlje zobi odvija se autohorno (herpohorija), anemohorno, antropohorno i zoohorno. Specifičnost je ove vrste upravo herpohorno širenje s pomoću higroskopskih dlačica i osja na sjemenu koji joj omogućuju svojevrsno kretanje po površini tla. Osje sjemena divlje zobi uvija se u zavojnicu prilikom sušenja i odvija kada je vlažno, čime se sjeme kreće i ubušuje u tlo (Stinson i Peterson, 1979). Šireno vjetrom (anemohorija), sjeme divlje zobi može se udaljiti 1,5 do 3 m od majčinske biljke (Thill i Mallory-Smith, 1997.; Barroso i sur., 2006.). Ipak, najznačajnije je antropohorno širenje (uz pomoć čovjeka), posebice korištenjem mehanizacije. Utvrđeno je da obrada plugom premješta sjeme divlje zobi u prosjeku 2 do 3 m godišnje, dok kombajn može prenijeti sjeme i do 145 m od mjesta osipanja (Barroso i sur., 2006.; Shirtliffe i Entz, 2005.). Stoga je kao i kod ostalih korovnih vrsta, vidljiva važnost preventivnih mjera, sprječavanje osipavanja i korištenje nekontaminirane mehanizacije prilikom premještanja na nove parcele.

U povoljnim uvjetima jedna biljka može proizvesti 6750 sjemenaka (Thurston, 1982.). Proizvodnja sjemena ovisi o kompeticiji s drugim vrstama te abiotičkim uvjetima pojedine lokacije. Prosječna proizvodnja sjemena jedne biljke iznosi 20 do 150 sjemenaka u usjevu (Rolston, 1981.). Odvajanjem od majčinske biljke sjeme dopijeva u tlo, gdje može zadržati viabilnost od dvije do devet godina, a najčešće ju gubi četiri do pet godina nakon unošenja u tlo (Chancellor, 1976.). Viabilnost u tlu ovisi o tipu tla i načinu obrade tla. Tako Chepil (1946.) navodi pad viabilnosti nakon tri godine u ilovastim i pjeskovito ilovastim tlima, a u glinastim tlima viabilnost opada nakon četiri godine. Naime, duža viabilnost utvrđena je kod sjemena koje se nalazilo u težim i vlažnijim tlima (glina), a kraće u suhim i propusnim tlima (pijesak) (Fykse, 1970.). Također, utvrđeni su i veći gubitci sjemena u banci sjemena tla u uvjetima provođena *no-till* načina obrade tla, veći nego kad se tlo intenzivno obrađuje (Gallandt i sur., 2004.), što se objašnjava većom izloženošću sjemena predatorima (glodavci, ptice i sl.). Utvrđeno je da se klijavost sjemena divlje zobi smanjuje izlaganjem izravnoj svjetlosti (Sawhney i sur., 1986.).

Divlja zob posjeduje dva tipa dormantnosti: egzogenu, koja je uvjetovana nepropusnošću košuljice, obuvenca i perikarpa te endogenu, zbog dormantnosti embrija (Bewley i Black, 1982.). Za prekidanje dormantnosti u laboratorijskim uvjetima potrebno je provesti kombinaciju mehaničkih i kemijskih tretmana. Primjer je takve kombinacije uklanjanje pljevice sa sjemena, skarifikacija u kombinaciji s izlaganjem etilenu (69 MPa/15 min), potapanje u 2 %-tni kalijev nitrat (KNO_3) 12 sati i 24 sata te izlaganje giberelinskoj kiselini (100 ili 600 ppm) (Buhler i Hoffman, 1999.). Shahvand i sur. (2015.) utvrđuju da se najveći postotak klijavosti sjemena (70 %) postiže stratificiranjem sjemena divlje zobi, kao i izlaganjem sjemena temperaturi od 2 do 5°C dva do tri tjedna. Primjena giberelina (600 ppm) i kemijska skarifikacija (sumporna kiselina osam sati) te potapanje sjemena u etanol (96 %/ šest sati)

.....

potiče klijavost, ali tek kod 36 % sjemenaka. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da ispiranje, topla voda i konstantne temperature nisu učinkovita metoda za prekidanje dormantnosti sjemena divlje zobi. Dužina trajanja primarne dormantnosti uvjetovana je okolišnim čimbenicima i genskom varijabilnošću. Niže temperature (20 °C) u vrijeme dozrijevanja sjemena induciraju duboku dormantnost koja traje najmanje 19 tjedana, a sjeme koje sazrijeva pri visokim temperaturama (28 °C) posjeduje kraću dormantnost u trajanju od četiri tjedna (Bewley i Black, 1982.). Osim okolišnih čimbenika, stupanj dormantnosti ovisi i o genetičkim čimbenicima. S obzirom na široku rasprostranjenost u cijelom svijetu, populacije divlje zobi genski se značajno razlikuju, tako da vrsta može imati različite stupnjeve dormantnosti. Zbog toga se populacije divlje zobi mogu podijeliti u dvije skupine, one koje mogu klijeti u širokom rasponu temperatura od 4 do 32 °C i one koje imaju smanjenu klijavost pri srednjem rasponu navedenih temperatura (Bewley i Black, 1982.). Optimalna temperatura za klijanje divlje zobi iznosi od 10 do 27 °C (Friesen i Shebeski, 1961.; Banting, 1974.), a Sharma i sur. (1976.) navode dobru klijavost na temperaturama od 15 do 26,5 °C. Bajwa i sur. (2017.) navode da divlja zob i *Avena sterilis subsp. ludoviciana* dobro kliju na temperaturama od 10 do 18 °C. Ipak, zamijećeno je da je klijavost divlje zobi bolja pri višim temperaturama (> 20 °C), a za *Avena sterilis subsp. ludoviciana* utvrđena je bolja klijavost pri nižim temperaturama (Fernandez-Quintanilla i sur., 1990.). Najniža temperatura za klijanje (biološki minimum), utvrđena kod francuske, španjolske i američke populacije divlje zobi, iznosi 2,2; 0,4 i 1 °C (Guillemin i sur., 2013., Fernandez-Quintanilla i sur. 1990.; Martinson i sur., 2007.). Očekivano nizak biološki minimum ukazuje na sposobnost nicanja u hladnijim mjesecima, što ovu vrstu čini ozimom. Ipak, nicanje divlje zobi razlikuje se u različitim regijama. U sjevernoj i središnjoj Europi nicanje divlje zobi započinje u proljeće, a *Avena sterilis subsp. ludoviciana* niče u jesen (Thurston, 1957.). U južnoj Europi obje vrste niču istodobno u jesen (Aibar i sur., 1991.).

Utvrđen biološki vodni potencijal, odnosno najniži vodni potencijal tla pri kojemu je moguće klijanje, iznosi -0,60 MPa kod američke populacije (Martinson i sur., 2007.). U usporedbi s ostalim korovnim vrstama, divlja zob pripada slabije tolerantnoj vrsti prema nedostatku vode. Primjerice, Colbach i sur. (2002.) utvrđuju biološki vodni potencijal od -1,50 MPa za ozimu korovnu travu mišji repak. Nadalje, biološki vodni potencijal okopavinskih korovnih trava nešto je niži. Tako za vrstu sivi muhar (*Setaria helvola* L.) iznosi -0,71 MPa, a za vrstu vlasasto proso (*Panicum capillare* L.) -0,86 MPa (Šoštarčić i sur., 2021.). Divlja zob preferira umjerenu i hladnu klimu te vlažno tlo. Rijetko je korov sušnih područja, osim ondje gdje se provodi navodnjavanje. Češće raste na vlažnijim dijelovima polja nego na suhim dijelovima, na teškim glinenim i glinasto ilovastim tlima (Sharma i Vanden Born, 1978.) i u usjevima žitarica na područjima s godišnjim padalinama od 375 do 750 mm (Holm i sur., 1991.).

Sjeme divlje zobi može nicati i pri niskoj pH vrijednosti tla od 4,5, zbog čega je u prednosti pred većinom ostalih vrsta, posebno kultiviranih (Holm i sur., 1991.). Masa 1000 pšena divlje zobi iznosi prosječno 32,30 g (neobjavljeni podatci Zavoda za herbologiju). Peters (1985.) navodi da se masa sjemena divlje zobi kreće od 5 do 25 mg. Prema Međunarodnom udruženju za morfologiju sjemena (ISMA) dimenzije sjemena divlje zobi iznose 6,0 do 8,0 mm duljine i 2,0 do 3,0 mm širine, što upućuje na to da se radi o dugačkom i tankom sjemenu. Ukupna veličina površine sjemena krupnija je u odnosu na druge trave, te iznosi 17,5 mm². Primjerice, u vrste mišji repak veličina površine iznosi tek 6,5 mm² (Sevic, 2003.). Zbog većeg sjemena, divlja zob ima mogućnost nicanja s većih dubina u odnosu na ostale korovne vrste. Najveći dio sjemenaka klija s dubine od 7 cm, ali je moguće klijanje iz dubine od 20 cm, što nije karakteristično za većinu drugih korovnih vrsta (Dostatny, 2015.). Upravo na sposobnosti klijanja iz većih dubina temelji se i selektivno djelovanje nekih zemljišnih avenicida.

SUZBIJANJE DIVLJE ZOB I POJAVA REZISTENTNIH BIOTIPOVA

Suzbijanje divlje zobi učinkovito se rješava kemijskim mjerama, odnosno primjenom herbicida. Upravo zbog učestale primjene herbicida u svijetu su dosad zabilježena 54 slučaja rezistentnosti divlje zobi na različite skupine herbicida u različitim usjevima. Prvi dokaz rezistentnosti zabilježen je 1985. u zapadnoj Australiji u usjevu pšenice gdje je izostao učinak diklofop metila, odnosno inhibitora enzima acetil CoA karboksilaze. Osim na acetil CoA inhibitore, utvrđena je rezistentnost i na ALS inhibitore, inhibitore EPSP sintaze, inhibitore sinteze lipida i inhibitore diobe stanice (Heap, 2021.). Zbog velikog broja rezistentnih slučajeva u Europi, naglasak je potrebno staviti na integriran pristup zaštiti. Za uspješnu kontrolu divlje zobi prednost je potrebno dati preventivnim mjerama zaštite, kao što su sprječavanje osjemenjivanja u usjevu i plodored. Ostale preventivne i kulturalne mjere podrazumijevaju sjetvu čistog i zdravog sjemena, održavanje čistoće poljoprivrednih strojeva te obradu tla (Barić i sur., 2014.). Du Croix Sisson i sur. (2000.) utvrdili su da konzervativna obrada tla potiče raniju pojavu divlje zobi od intenzivne. Primjenom samo agrotehničkih mjera može se smanjiti zakorovljenost tom vrstom za oko 20 % (Spasić, 1980.). Kao što je već spomenuto, *no-till* obrada smanjuje brojnost sjemena u banci sjemena tla (Gallandt i sur., 2004.). U svrhu smanjenja primjene herbicida vrlo je važno i određivanje kritičnog razdoblja zakorovljenosti. U Sjevernoj Dakoti prinos zrna jare pšenice bio je veći kada je divlja zob suzbijena prije stadija busanja (Gillespie i Nalewaja 1988.). Prilikom uporabe herbicida preporučljivo je korištenje djelatnih tvari različita mehanizma djelovanja zbog prevencije razvoja rezistentnosti. Ako je moguće, jedinke koje prežive tretiranje, a pojave se u manjem broju na parceli,

potrebno je ručno ukloniti kako bi se spriječilo osjemenjivanje, a time i povećanje broja sjemenaka u tlu. Za suzbijanje divlje zobi u Republici Hrvatskoj regis-trirana su herbicidna sred-stva na osnovi djelatnih tvari koje pripadaju inhibitorima acetil Co-A karboksilaze, ALS inhi-bitorima, inhibitorima diobe stanica te inhibitorima fotosinteze (tablica 1) (Barić i Ostojić, 2021.).

Tablica 1. Popis registriranih djelatnih tvari za suzbijanje divlje zobi (*Avena fatua*)

Table 1. List of registered active ingredients for the control of wild oat (*Avena fatua*)

Djelatna tvar/ Active ingredient	Kemijska skupina/ Chemical group	Mehanizam djelovanja/ Mode of action	HRAC i WSSA oznaka mehanizma djelovanja/ HRAC & WSSA mode of action	Kultura/Crop	Vrijeme primjene/ Application time
Fenoksaprop - p-etil	Ariloksifenoksi propionati	Inhibitori acetil CoA karboksilaze	1	Pšenica (<i>Triticum aestivum</i> L.), Ječam (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	post-em
Pinoksaden	Fenilpirazolini	Inhibitori acetil CoA karboksilaze	1	Pšenica (<i>Triticum aestivum</i> L.), Ječam (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	post-em
Tienkarbazon-metil*	Triazolinoni	Inhibitori acetolaktat sintaze	2	Pšenica (<i>Triticum aestivum</i> L.)	pre-em ili rani post-em
Klortoluron	Ureja herbicidi	Inhibitori fotosinteze u fotosustavu II	5	Pšenica (<i>Triticum aestivum</i> L.), ječam (<i>Hordeum vulgare</i> L.), pšenoraž (x <i>Triticosecale Wittmack</i>)	post-em
Metazaklor	Kloracetamidi	Inhibitori sinteze masnih kiselina	15	uljana repica (<i>Brassica napus</i> L. ssp. <i>oleifera</i> [DC.] Janch.), kupus (<i>Brassica oleracea</i> L. ssp. <i>capitata</i> [L.] Duchesne), cvjetača (<i>Brassica cretica</i> Lam. ssp. <i>botrytis</i> [L.] O. Schwarz), kelj (<i>Brassica oleracea</i> L. ssp. <i>bullata</i> DC.), brokula (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)	pre-em ili rani post-em

*dolazi u kombinaciji s mezosulfuronom i jodsulfuronom (ALS inhibitori, skupina 2) (Barić i Ostojić, 2021.)

U istraživanju Manea i sur. (2016.) uspoređena je učinkovitost herbicidnih pripravaka te njihova učinkovitost u suzbijanju divlje zobi (tablica 2).

Tablica 2. Učinkovitost suzbijanja divlje zobi (*Avena fatua*) u istraživanju Manea i sur. (2016.)

Table 2. Efficacy control of wild oat (*Avena fatua*) in the study of Mane et al. (2016)

Herbicidi/ Herbicides	Mehanizam djelovanja/ Mode of action	Učinkovitost suzbijanja (%)/Efficacy of control (%)
pinoksaden	inhibitor acetil CoA karboksilaze	96
pinoksaden + florasulam	inhibitor acetil CoA karboksilaze + inhibitor acetolaktat sintaze	95
klorotoulron	inhibitor fotosinteze u fotosustavu II	88
fenoksaprop-p-etil	inhibitor acetil CoA karboksilaze	75
jodosulfuron	inhibitor acetolaktat sintaze	60
difufenikan + izoproturon	inhibitor biosinteze karotenoida +	53
pendimetalin	inhibitor diobe stanica	50
diflufenikan + metsulfuron	inhibitor biosinteze karotenoida + inhibitor acetolaktat sintaze	48
amidossulfuron + jodosulfuron	Inhibitori acetolaktat sintaze	45

ZAKLJUČAK

Divlja zob vrlo je agresivan i široko rasprostranjen korov u najmanje 55 država svijeta, a u Republici Hrvatskoj pojavljuje se na ograničenu području. Biološka svojstva, načini širenja i štete koje divlja zob može prouzročiti u usjevu čine ovu vrstu potencijalno opasnom u proizvodnji žitarica. Na primjeru velikog broja država koje se unazad 50 godina bore sa suzbijanjem divlje zobi potrebo je istaknuti važnost preventivnih mjera zaštite, s naglaskom na sprječavanju unosa ove vrste na područja na kojima nije zabilježena. Kod primjene kemijskih mjera zaštite za suzbijanje divlje zobi potrebno je koristiti herbicide različitog mehanizma djelovanja kako bi se spriječio razvoj rezistentnih populacija, koje postaju rastući problem u svijetu.

BIOLOGY, ECOLOGY AND MANAGEMENT OF WILD OAT (*Avena fatua* L.)
SUMMARY

Wild oat (*Avena fatua* L.) is an annual monocotyledonous plant species and one of the ten most dangerous weeds of temperate agricultural regions. It prefers temperate and cold climates and heavy clay soils. It attacks winter cereals and can cause yield reductions of more than 70%, depending on the time of germination and emergence. The base temperature is 0.4-2.0 °C, so it can germinate in the cold months. Under favorable conditions it can produce over 6000 seeds per plant. Seed dormancy in the soil is up to nine years, but dormancy is usually lost four to five years after maturation. Wild oat seeds have two types of dormancy: endogenous dormancy caused by embryonic dormancy, and exogenous dormancy caused by impermeability of parts of the caryopsis. In addition to a direct effect on yield, wild oat secretes allelopathic compounds that inhibit the growth of other plants, and their content in the soil varies according to the maturity of the plant. It is a host of numerous insect pests, such as aphids that transmit yellow barley virus (BYDV). When controlling wild oat, preventive measures must first be taken to prevent its occurrence in the crop. In vegetation, some of the registered herbicides with different mechanisms of action must be used.

Keywords: biology, dormancy, morphology, winter cereals, wild oat

LITERATURA

Anonymus (1979.). Simpozij o divljem ovsu, Zaječar, 25 – 26. 6. 1979., Jugoslavensko društvo za proučavanje i suzbijanje korova i Zavod za poljoprivredu Zaječar (ur. Z. Ostojić), Fragmenta herbologica Jugoslavica 9 (2), 7-91.

Adamczewski, K., Kierzek, R., Matysiak, K. (2013.). Wild oat (*Avena fatua* L.) biotypes resistant to acetolactate synthase and acetyl-CoA carboxylase inhibitors in Poland. *Plant Soil Environ* 59, 432–437.

Aibar, J., Ochoa, M. J., Zaragoza, C. (1991.). Field emergence of *Avena fatua* L. and *A. sterilis* ssp *ludoviciana* (Dur.) Nym. in Aragón, Spain. *Weed Research* 31, 29–32

Bajwa, A. A., Akhter, M. J., Iqbal, N., Peerzada, A. M., Hanif, Z., Manalil, S., Hashim, H., Ali, H. H., Kebaso, L., Frimpong, D., Namubiru, H., Chauhan, B. S. (2017.). Biology and management of *Avena fatua* and *Avena ludoviciana*: two noxious weed species of agro-ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(24), 19465–19479.

Barić, K., Ostojić, Z., Šćepanović, M. (2014.). Integrirana zaštita bilja od korova. *Glasilo biljne zaštite*, 14(5), 416-434.

Barić, K., Ostojić, Z. (2021.). Herbicidi. U: Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2021. godinu. *Glasilo biljne zaštite*, 21(1-2), 231-293

Banting, J. D. (1974.). Growth habit and control of wild oats. *Agric. Can. Publ.* 1531, 34

Barroso, J., Navarrete, L., Sanchez Del Arco, M. J., Fernandez- Quintanilla, C., Lutman, P. J. W., Perry, N. H., Hull I. R. (2006.). Dispersal of *Avena fatua* and *Avena sterilis* patches by natural dissemination, soil tillage and combine harvesters. 46(2), 118–128.

Beckie, H. J., Francis, A., Hall, L. M. (2012.). The Biology of Canadian Weeds. 27. *Avena fatua* L. (updated). Can. J. Plant Sci. 92, 1329- 1357

Bewley, J. D, Black, M. (1982.). Physiology and biochemistry of seeds, vol. 2. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2, 69 str.

Buhler, D. D., Hoffman, M. L. (1999.). Andersen's guide to practical methods of propagating weeds & other plants. Weed Science Society of America publication, Allen Press Inc., Lawrence

Castillo, J., Ahrens, W. H. (1986.). Wild oat competition in no-till and conventional tillage corn. North Central Weed Control Conference. 41, 83.

Chancellor, R. J. (1976.). Competition between wild oats and crops. U: Wild Oats in World Agriculture—An interpretative review of world literature (Ur. D. Price Jones), 99-112. Agricultural Research Council, London

Chepil, W. S. (1946.). Germination of weed seeds. I. Longevity, periodicity of germination and vitality of seeds in cultivated soil. Scient. Agric. 26, 307-46.

Colbach, N., Forcella, F., Johnson, G. A. (2000.). Spatial and temporal stability of weed populations over five years. Weed Science, 48, 366–377.

Čuturilo, R., Krnjaić, Đ. (1981.). Korovi u normativnoj regulativi pojedinih zemalja s posebnim osvrtom na divlji ovas, Fragmenta herbologica Jugoslavica, 10(1), 5-16.

Čuturilo, S. (1972.). Prilog proučavanju rasprostranjenosti i borbe protiv divljeg ovasa. IX jugoslavensko savetovanje o borbi protiv korova, Osijek, separat 73.

Dew, D. A., Keyes, C. H., (1976.). An index of competition for estimating loss of rape due to wild oats. Can. J. Plant Sci. 56, 1005–1006.

Domac, R. (1994.). Flora Hrvatske – priručnik za određivanje bilja, Školska knjiga, Zagreb, 449.

Dostatny, D. F., Kordulasińska, I., Małuszyńska, E. (2015.). Germination of seeds of *Avena fatua* L. under different storage conditions. Acta Agrobot 68(3), 241–246.

Du Croix Sissons, M. J., Van Acker, R. C., Derksen, D. A., Thomas, A. G. (2000.). Depth of seedling recruitment of five weed species measured in situ in conventional- and zero-tillage fields. Weed Sci. 48, 327- 332.

Fernandez-Quinantilla, C., Andujar, J. L. G., Appleby, A. P. (1990.). Characterization of the germination and emergence response to temperature and soil moisture of *Avena fatua* and *A. sterilis*. Weed Research, 30(4), 289–295.

Friesen, G., Shebeski, L. H. (1961). The influence of temperature on the germination of wild oat seeds. Weeds, 9, 634-638.

Fykse, H. (1970.). Investigations concerning germination, dormancy and longevity of wild- oat seeds. Meldinger fra Norges Landbrukshogskole, 49(15), 120.

Gallandt, E. R., Fuerst, E. P., Kennedy, A. C. (2004.). Effect of tillage, fungicide seed treatment, and soil fumigation on seed bank dynamics of wild oat (*Avena fatua*). Weed Sci. 52, 597-604.

Gillespie, G. R., Nalewaja, J. D. (1988.). Economic control of weeds in wheat, *Triticum aestivum*. Weed Technol. 2, 257-261.

.....
Guillemin, J.P., Gardarin, A., Granger, S., Reibel, C., Munier-Jolain, N., Colbach, N. (2013.). Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. *Weed Research*, 53, 76–87.

Heap, I. (2021.). The International Herbicide-Resistant Weed Database, dostupno na: www.weedscience.org (pristupljeno 2. veljače 2021.)

Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., Herberger, J. P. (1991.). *The World's Worst Weeds. Distribution and Biology*. Honolulu, Hawaii, USA: University Press of Hawaii

ISMA (2021.). International Seed Morphology Association (idseed.org). Pristupljeno 14. travnja 2021.

Jones, P. (1976.). Wild oat in world agriculture – an interpretative review od world literature, Agricultural reserach council, London UK.

Kirk, L. E., Pavlychenko, T. K. (1932.). Vegetative propagation of wild oats, 156 Canadian journal of plant science *Avena fatua* and other economically important species of Avenae and Hordeae. *Can. J. Res.*7, 204-220.

Kojić, M., Janjić, V. (1994.). Osnovi herbologije. Institut za istraživanja u poljoprivredi, Beograd

Liu X., Tian F., Tian Y., Wu Y., Dong F., Xu J., Zheng Y. (2016.). Isolation and identification of potential allelochemicals from aerial parts of *Avena fatua* L. and their allelopathic effect on wheat. *J. Agric. Food. Chem*, 64, 3492–3500.

Lojen, N. (2003.). Brojnost i učestalost korovne flore u strnim žitaricama u razdoblju 1985.-2000. godine. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet. Diplomski rad, str. 116

Lozanovski, R., Čuturilo, S., Grupče, R. (1980.). Rasprostranjenost divljeg ovsu a svetu i Jugoslaviji, *Fragmenta herbologica Jugoslavica*, 9 (2), 69-77.

Manea, D., Ramona, S., Pet, I., Anisoara, I., Grozea, I., Carabet, A. (2016.). Control of *Avena Fatua* Species (Wild Oat) - a Weed in Expansion in Banat Area. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*. 73. 10.15835/buasvmcn-agr:12008.

Martinson, K., Durgan, B., Forcella, F., Wiersma, J., Spokas, K., Archer, D. (2007.). an emergence model for wild oat (*Avene fatua*), *Weed Science*, 55(6), 584-591.

Morrison, I. N., Dushincky, L. (1982.). Structure of the covering layers of the wild oat (*Avena fatua*) caryopsis, *Weed Science*, 30, 352 – 359.

Moss, S. (2015.). Identification of wild oats. Rothamsted Research, Harpenden, UK

Nikolić, T. (2020.). Flora Croatica baza podataka, Prirodoslovno- matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, dostupno na: <https://hirc.botanic.hr/fcd/> (pristupljeno 2. veljače 2021).

Ostojić, Z. (1978.). Suzbijanje *Avena ludovicana* Dur. u ozimoj pšenici primjenom herbicida nakon nicanja. *Fragmenta herbologica Jugoslavica*, V 96- 105, 9-16

Pérez, F. J., Ormeño-Nuñez, J. (1991.). Root exudates of wild oats: Allelopathic effect on spring wheat. *Phytochemistry*, 30(7), 2199–2202.

Peters, N. C. B. (1985.). Competitive effects of *Avena fatua* L. plants derived from seeds of different weights. *Weed Research*, 25, 67-77.

Rolston, M. P. (1981.). Wild oats in New Zealand: a review. *N. Z. J. Exp. Agric.* 9, 115-121.

Rooney, J. M. (1990.). Competition between winter wheat and different forms of *Avena fatua* L. Symposium on integrated weed management in cereals. Proceedings of an EWRS symposium, Helsinki, Finland Wageningen, Netherlands; *European Weed Vol. 21 / Br. 6*

Research Society, 205-210

Sawhney, R. Hsiao, A. I., Quick, W. A. (1986.). The influence of diffused light and temperature on seed germination of three genetically non-dormant lines of wild oats (*Avena fatua*) and its adaptive significance. *Can. J. Bot.* 64, 1910-1915.

Scursoni, J.A., Satorre, E.H. (2005.). Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. *Weed Technol.* 19, 790–795.

Sevic, A. (2003.). Relations entre taille, forme des semences de mauvaises herbes et leur longévité dans le sol. Dijon, INRA.

Schlosser, J. K., Farkaš-Vukotinić, Lj. (1869.). Flora Croatica: exhibens stirpes phanerogamas et vasculares cryptogamas que in Slavonia et Dalmatia sponte crescunt nec non illas quae frequentissime coluntur / auctoribus Josepho Calasantio Schlosser Equite de Klekovski et Ludovico de Farkaš-Vukotinić, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1272-1277.

Schumacher, W. J., Thill, D. C., Lee, G. A. (1983.). Allelopathic potential of wild oat (*Avena fatua*) on spring wheat (*Triticum aestivum*) growth. *J. Chem. Ecol.* 9, 1235–1245.

Shahvand, B., Miri H. R., Bagheri A. R. (2015.). Effect of different treatments on dormancy breaking of wild oat (*Avena fatua*). *International Journal of Biosciences*, 6(6), 61-67.

Shala, B. (1988.). Rasprostranjenost divljeg ovsa – *Avena* spp. na području SAP Kosova, *Fragmenta herbologica Jugoslavica*, 16 (1-2), 65-72.

Sharma M. P., McBeath, D' K., Vanden Born, W. H. (1976.). Studies on the biology of wild oats. I. Dormancy, germination and emergence. *Can J. Plant Sci.* 56, 611-618.

Sharma, M. P., Vanden Born, W. H. (1978.). The biology of Canadian weeds. 27. *Avena fatua* L. *Can. J. Plant Sci.* 58, 141-157.

Shirtliffe, S. J., Entz, M. H. (2005.). Chaff collection reduces seed dispersal of wild oat (*Avena fatua*) by a combine harvester. *Weed Science*, 53(04), 465–470.

Spasić, M. (1980.). Problem divljeg ovsa u Jugoslaviji i u svetu sa poljoprivrednog i ekonomskog stanovišta. *Fragmenta herbologica Jugoslavica*, 9(2), 7-14.

Spasić, M. (1978.). Problem pojave divljeg ovsa i potreba organizivanja akcije za njegovo suzbijanje u našoj zemlji, *Glasilo zaštite bilja*, 6, 186 – 198.

Stinson, R. H., Peterson, R. L. (1979.). On sowing wild oats. *Canadian Journal of Botany*, 57(11), 1292–1295.

Šoštarić, V., Masin, R., Loddo, D., Brijačak, E., Ščepanović, M. (2021.). Germination parameters of selected summer weeds: transferring of the Alertinf model to other geographical regions, *Agronomy-Basel*, 11 (2), 292.

Thill, D. C., Mallory- Smith, C. A. (1997.). The nature and consequence of weed spread in cropping systems. *Weed Science*, 45, 337-342.

Thomas, H., Jones, J. (1976.). Origins and identification of weed species of *Avena*, *Agric Research Council*, London.

Thurston, J. M. (1957.). Morphological and physiological variation in wild oats (*Avena fatua* L. and *A. ludoviciana* Dur.) and in hybrids between wild and cultivated oats. *The Journal of Agricultural Science*, 49(03), 259.

Thurson, J. M. (1982.). Wild oats as successful weeds. *Biology and ecology of weeds*, 191-199.

Thurston, J. M., Phillipson, A. (1976.). Distribution. U: Wild oats on world agriculture (Ur. D. P. Jones) Agricultural Research Council, London, 19-65.

Viggiani, P., Angelini, R. (1990.). Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento: dicotiledoni. Bayer Italia.

Vrbničanin, S. (2017.). *Avena fatua* L.- divlji ovas. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Srbija.

Walia U.S., Seema J., Brar L.S., Singh M. (2001.). Competitive ability of wheat with variable population of wild oats (*Avena ludoviciana* Dur.) Indian J. Weed Sci. 33, 171–173.

Watson, P. R., Derksen, D. A., Van Acker, R. C. (2006.). The ability of 29 barley cultivars to compete and withstand competition. Weed Science, 54(04), 783–792.

Wimschneider, W., Bachthaler, G., Fischbeck, G. (1990.). Versuche zum Konkurrenzverhalten von *Avena fatua* L. (Flug-Hafer) in Weizen (*Triticum aestivum* L.) als Grundlage gezielter Bekämpfungsmassnahmen. Weed Research, 30(1), 43–52.

Pregledni rad